

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 3050056 C1

②① Deutsches Aktenzeichen: P 30 50 056.2-45
⑧⑥ PCT Aktenzeichen: PCT/DE80/00159
⑧⑦ PCT Veröffentlichungs-Nr.: WQ 81/01375
⑧⑥ PCT Anmeldetag: 23. 10. 80
⑧⑦ PCT Veröffentlichungstag: 28. 5. 81
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 16. 6. 88

⑤① Int. Cl. 4:
B 05 D 5/08

B 05 D 7/16
B 05 D 7/26
F 16 C 33/20
B 32 B 27/04
C 08 J 5/16

Behördeneigentum

DE 3050056 C1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
22.11.79 DE 29470255

⑦③ Patentinhaber:
Glyco-Metall-Werke Daelen & Loos GmbH, 6200
Wiesbaden, DE

⑦④ Vertreter:
Seids, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 6200 Wiesbaden

⑦② Erfinder:

Sternisa, Danilo, Ing.(grad.), 7830 Emmendingen,
DE; Hodes, Erich, Dipl.-Chem. Dr., 6365 Rosbach,
DE; Schneider, Walter, Ing.(grad.), 6335 Nauheim,
DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS 23 66 046
DE-OS 20 33 067

⑤④ Zwei- oder Mehrschicht-Verbundwerkstoff und Verfahren zu seiner Herstellung

DE 3050056 C1

= GB 2075 368

1. Zwei- oder Mehrschicht-Verbundwerkstoff mit einer direkt auf der aufgerauhten Oberfläche (2) des Substrates (1) aufgetragenen Deckschicht, die eine Matrix (3) aufweist, welche thermisch hoch belastbaren, wärmehärtenden Polyimid-Lack enthält, mittels dessen die Bestandteile der Deckschicht zusammengehalten und zugleich die Deckschicht mit dem sie tragenden Substrat (1) fest verbunden ist und die Matrix (3) durch den wärmehärtbaren Polyimid-Lack selbst gebildet ist und Zusatz bzw. Zusätze in darin fein dispers verteilter Form aufnimmt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Polyimid-Lack ein in Lösungsmittel lösbares Polyimid in Form eines über Tris-(2-hydroxyethyl)-isocyanurat vernetzten Polyesters ist.
2. Verbundwerkstoff nach Anspruch 1, insbesondere für Reib- bzw. Gleitelemente, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschicht als Reib- bzw. Gleitschicht (5) ausgebildet und direkt auf der aufgerauhten Oberfläche eines bandförmigen, metallischen Substrats (1) aufgebracht ist.
3. Verbundwerkstoff nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch eine Reib- bzw. Gleitschicht (5), die 99 bis 60 Vol.-% wärmehärtbaren Polyimid-Lack und 1 bis 40 Vol.-% selbstschmierende Zusätze (4) enthält.
4. Verbundwerkstoff nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Reib- bzw. Gleitschicht (5) 90 bis 80 Vol.-% wärmehärtbaren Polyimid-Lack und 10 bis 20 Vol.-% selbstschmierende Zusätze (4) enthält.
5. Verbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Polyimid-Lack Stoffe aus einer oder mehreren der folgenden Gruppen von Polyimiden sind: Corboranimid, wasserstofffreie Polyimide, Poly-triazo-Pyromellitimide, Polyesterimide und Polyamidimide.
6. Verbundwerkstoff nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der selbstschmierende Zusatz (4) ein in Pulverform vorliegendes niedermolekulares PTFE ist und ein mittleres Molekulargewicht zwischen 35 000 und 100 000 aufweist.
7. Verbundwerkstoff nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die mittlere Korngröße des niedermolekularen PTFE zwischen 5 bis 7 µm ist.
8. Verbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Deckschicht zwischen 0,05 und 0,5 mm ist.
9. Verbundwerkstoff nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Deckschicht zwischen 0,07 und 0,2 mm ist.
10. Verbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (1) aus Stahl nach DIN 1624, Aluminium, eine Aluminiumlegierung, aluminiumplattierter Stahl und kupferhaltige Werkstoffe gebildet ist.
11. Verbundwerkstoff nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (1) eine Dicke zwischen 0,5 bis 2,0 mm aufweist.
12. Verfahren zur Herstellung von Verbundwerkstoff nach Anspruch 1, bei dem ein das Substrat bildendes Band kontinuierlich mit dem die Deckschicht bzw. Reib- bzw. Gleitschicht bildenden Material belegt und dieses Material durch Wärmeeinwirkung angefrittet und anschließend gesteuert abgekühlt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der in

Pulverform vorliegende Zusatz mit dem der die Matrix bildende Polyimidlack innig vermischt wird und bis zu niedrig viskosen bis pastösen Zustand homogenisiert wird, und daß die so vorbereitete Mischung in der gewünschten Beschichtungsdicke in entsprechender Menge auf das metallische Substrat aufgebracht und auf diesem angesintert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit der Mischung diese mit einem latenten Lösungsmittel versehen ist.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß als latentes Lösungsmittel ein Zusatz von Dimethylformamid von 2 bis 10 Vol.-% eingesetzt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zusatz im Dimethylformamid von 4 bis 6 Vol.-% eingesetzt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die mit einem latenten Lösungsmittel versehene Mischung mittels Spritzen, Streichen oder Walzen auf das metallische Substrat aufgebracht wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das metallische Substrat in einem MF-Ofen induktiv auf die Temperatur zum Anfritten der Reib- bzw. Gleitschicht an das metallische Substrat erwärmt wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das in der angefritteten Reib- bzw. Gleitschicht enthaltene, latente Lösungsmittel in einer anschließenden Heizstrecke verflüchtigt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die auf das metallische Substrat aufgetragene Mischung aus Polyimid-Lack und niedermolekularem PTFE in einem Durchlaufofen, der in seiner Ober- und Unterhitze regulierbar ist, durchgehärtet wird, wobei die Ausgangstemperatur des Substrates maximal 250°C beträgt.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung der maximalen Kristallisation der Reib- bzw. Gleitschicht diese im Anschluß an die Durchhärtung gesteuert abgekühlt wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff im Anschluß an das gesteuerte Abkühlen zur Weiterverarbeitung von Reib- bzw. Gleitelementen zu einer Rolle aufgewickelt wird.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Zwei- oder Mehrschicht-Verbundwerkstoff mit einer direkt auf der aufgerauhten Oberfläche des Substrates aufgetragenen Deckschicht, die eine Matrix aufweist, welche thermisch hoch belastbaren, wärmehärtbaren Polyimid-Lack enthält, mittels dessen die Bestandteile der Deckschicht zusammengehalten und zugleich die Deckschicht mit dem sie tragenden Substrat fest verbunden ist und die Matrix durch den wärmehärtbaren Polyimid-Lack selbst gebildet ist und Zusatz bzw. Zusätze in darin fein dispers verteilter Form aufnimmt. Weiterhin bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Verbundwerkstoffes. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf derartigen Verbundwerkstoff für Reib- bzw. Gleitelemente mit metallischen Sub-

strat, wobei die Deckschicht die Reib- bzw. Gleitschicht bildet.

Das Aufbringen einer Deckschicht mit Gehalt an thermisch hoch belastbarem, wärmehärtbarem Polyimid-Lack hat Bedeutung zur Schaffung von geschützten Oberflächen an Schicht-Verbundwerkstoffen jeglicher Art, insbesondere zur Beschichtung von Metalloberflächen und besonders solcher Metalloberflächen, die auf Reibung beansprucht werden. Besondere Bedeutung kommt dem Aufbringen solcher Deckschichten durch Aufstreichen oder Spachteln zu.

So sind beispielsweise Verbundgleitlager bekannt, bei welchen eine mit Lochungen oder Vertiefungen versehene Schicht aus Polyimid mittels Acryl-Epoxid-Kleber auf einem Stützkörper aus Stahl befestigt ist, wobei die Lochungen oder Vertiefungen mit einem Gemisch aus festem Schmiermittel und einem Lagermetall ausgefüllt sind, wie sie in der DE-OS 20 00 632 offenbart sind.

Diese bekannten Verbundgleitlager mit Polyimid-Kunststoffen haben jedoch erhebliche Mängel, insbesondere weil es die verwendeten Klebstoffe nicht gestatten, die hohe thermische Belastbarkeit der Polyimid-Kunststoffe auszuschöpfen.

Aus der DE-OS 20 33 067 ist ein Gleitlager mit einem Lagerüberzug bekannt, der aus einem hitzhärtendem Harz und Asbestapelfasern besteht. Da auch dort ein Harzkleber verwendet wird, ist das Lager nicht mit hohen Temperaturen belastbar.

In der DE-OS 22 06 400 wird ein Verbundwerkstoff und ein Verfahren zu seiner Herstellung beschrieben, wobei die Reib- bzw. Gleitschicht Polyimidharze und bzw. oder Polyimid-Lackbestandteile enthält, welche u. a. auch aus Polyesterimiden und Polyamidimiden bestehen können.

Eine Verbindung mit dem metallischen Stützkörper erfolgt im wesentlichen durch eine mechanische Verklammerung, in dem auch die tragende Seite des Stützkörpers ein Sintergerüst oder ein Stützgewebe — beispielsweise aus Zinnbronze — aufgebracht wird. Weiterhin werden als Stützkörper gelochtes Stahl- oder Bronzeblech genannt. Das Aufbringen eines Sintergerüsts oder eines Stützgewebes als Zwischenschicht bzw. die Verwendung eines gelochten Stahl- oder Bronzebleches ist notwendig, um hier eine ausreichend hohe Verbindung der aufzubringenden Kunststoffschicht zum Trägerwerkstoff zu gewährleisten. Es ist einleuchtend, daß die zusätzliche Forderung nach dem Vorhandensein eines Raugrundes, der eine mechanische Verklammerung gestattet, zusätzliche Arbeitsgänge erfordert und somit aufwendig und kostenintensiv ist. So muß z. B. das Sintergerüst auf den metallischen Stützkörper aufgestreut werden, um dann einen Sinterprozeß zu durchlaufen, der so gesteuert werden muß, daß ausreichender Porenraum entsteht, welcher mit dem Polyimidharz und/oder Lackbestandteilen getränkt wird. Hierbei muß auf die Viskosität der Mischungen geachtet werden, um eine vollständige Tränkung des zur Verfügung stehenden Porenraumes erreichen zu können. Dem sind jedoch durch das Hinzufügen selbstschmierender Zusätze Grenzen gesetzt. Einmal muß sich die Größe dieser Zusätze an den Abmessungen des zur Verfügung stehenden Porenraumes des Haftgrundes und umgekehrt orientieren. Desweiteren steigt die Viskosität der Mischung mit dem Anteil der selbstschmierenden Zusätze.

Nachteilig bei dem geschilderten Herstellungsverfahren von Reib- bzw. Gleitelementen mit sehr kleinem Biegeradius ist die Tatsache, daß diese erst nach ihrer

Bearbeitung auf Enddicke und erfolgter Umformung durch- bzw. ausgehärtet werden können. Wird die Durch- bzw. Aushärtung vor der Bearbeitung bzw. vor der Umformung zu Reib- bzw. Gleitelementen mit sehr kleinem Biegeradius vorgenommen, so ist mit Ablösungen, d. h. mit einem Abplatzen der Reib- bzw. Gleitschicht zu rechnen.

Aus der DE-OS 23 66 046 ist ein Polyimid-Werkstoff bekannt, der als Gleitwerkstoff eingesetzt wird. Dieser Werkstoff wird jedoch nicht auf ein Substrat aufgebracht, sondern unter Druck verspritzt und aufgeformt, so daß über die Haftung auf dem Substrat keine Angaben zu entnehmen sind. Durch die großen Anteile der selbstschmierenden Zusätze, die zudem in großen Korngrößen eingesetzt werden, liegt auch hier die Viskosität sehr hoch.

Es sind auch Verbundschichtwerkstoffe bekannt, deren Gleitschicht aus einem Fluorpolymer-Gemisch und einem Zusatzstoff besteht und der mit einem weiteren, die Gleiteigenschaften verbessernden anorganischen oder organischen Stoff gemischt sein kann, der in pulveriger Form vorliegt. Dabei wird das fluorhaltige Polymer in einem kontinuierlichen Beschichtungsverfahren durch Zugabe von Zusatzwerkstoffen, die eine Dichte $\geq 8 \text{ g/cm}^3$ haben, die eine Flächenverbindung der Fluorpolymere zum Substrat erhöhen auf dem metallischen Trägerwerkstoff aufgebracht. Mit diesem Zusatzwerkstoff, dessen Dichte $\geq 8 \text{ g/cm}^3$ ist, werden die antiadhäsiven Eigenschaften von fluorhaltigen Polymeren unterdrückt.

Nachteilig ist die Notwendigkeit, Zusätze verwenden zu müssen, die das schlechte Bindungsverhalten von fluorhaltigen Polymeren verbessern sollen.

Demgegenüber ist es Aufgabe der Erfindung, einen Zwei- oder Mehrschicht-Verbundwerkstoff mit einer verbesserten, Polyimid-Lack enthaltenden Deckschicht zu schaffen, die sich durch hohe Temperaturbeständigkeit, hohe mechanische Belastbarkeit, Korrosionsbeständigkeit und hohe Verschleißfestigkeit auszeichnet und dabei leicht und kostengünstig auf dem Verbundwerkstoff aufzubringen sein soll. Soweit der Verbundwerkstoff für Reib- bzw. Gleitelemente gedacht ist, und die Deckschicht die Funktion einer Reib- bzw. Gleitschicht übernimmt, sollen die Nachteile der bekannten Polyimid-Gleitlager behoben und vor allem wesentlich verbesserte Reib- bzw. Gleiteigenschaften erzielt werden.

Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, daß der die Matrix bildende Polyimid-Lack ein in Lösungsmittel lösbares Polyimid in Form einer über Tris-(2-hydroxyethyl)-isocyanurat vernetzten Polyesters ist. Bei erfindungsgemäßen Verbundwerkstoff für Reib- bzw. Gleitelemente läßt sich diese Deckschicht als Reib- bzw. Gleitschicht ausbilden.

Überraschenderweise hat sich gezeigt, daß sich besonders diejenigen Polyimid-Lacke bewähren, welche in der Elektroindustrie als Elektrolacke bzw. als Drahtlacke für Isolierzwecke Verwendung finden. Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verbundwerkstoffes besteht darin, daß ein Zwei- oder Mehrschicht-Verbundstoff hergestellt wird, ohne die Notwendigkeit einer Haft vermittelnden Schicht oder eines der mechanischen Verklammerung dienenden Raugrundes.

In vorteilhafter Weise kann die Matrix der Reib- bzw. Gleitschicht durch in Lösungsmitteln lösliches Polyimid gebildet sein und diese Matrix, in der ein selbstschmierender Zusatz bzw. Zusätze darin fein dispers verteilt ist bzw. sind, direkt auf der aufgerauten Oberfläche eines

metallischen Substrates aufgebracht werden. In besonders vorteilhafter Weise kann die Reib- bzw. Gleitschicht, die 99 bis 60 Vol.-%, bevorzugt 90 bis 80 Vol.-%, wärmehärtbare Polyimid-Lacke und 1 bis 40 Vol.-%, bevorzugt 10 bis 20 Vol.-%, selbstschmierende Zusätze enthalten. Dabei können in vorteilhafter Weise Polyimid-Lacke bzw. die in Lösungsmitteln löslichen polyimide Stoffe aus einer oder mehreren der folgenden Gruppen von Polyimiden sein:

Carboranimid, wasserstofffreie Polyimide, Polytriazol-Pyrometalithimide, Polyesterimide und Polyamidimide.

In vorteilhafter Weise kann der selbstschmierende Zusatz ein in Pulverform vorliegendes, niedermolekulares PTFE sein, dessen mittleres Molekulargewicht zwischen 35 000 und 100 000 ist, wobei die mittlere Korngröße des niedermolekularen PTFE zwischen 5 bis 7 µm sein kann. In vorteilhafter Weise kann die Dicke der Reib- bzw. Gleitschicht zwischen 0,05 und 0,5 mm, bevorzugt zwischen 0,07 und 0,2 mm, sein. In einer vorteilhaften Ausführungsform kann das metallische Substrat aus Stahl nach DIN 1624, Aluminium, eine Aluminiumlegierung, aluminiumplattierter Stahl oder kupferhaltige Werkstoffe gebildet sein, wobei das metallische Substrat eine Dicke zwischen 0,5 bis 2,0 mm aufweisen kann.

Die Herstellung des erfindungsgemäßen Verbund-Schichtwerkstoffes kann in einem kontinuierlichen Durchlauf ausgeführt werden, wobei in besonders vorteilhafter Weise folgender Verfahrensschritt aufgezeigt wird.

Der in Pulverform vorliegende, selbstschmierende Zusatz wird mit dem der die Matrix bildenden Polyimid-Lack innig vermischt und bis zu niedrig viskosen bis pastösen Zustand homogenisiert, wobei die so vorbereitete Mischung in der gewünschten Beschichtungsdicke in entsprechender Menge auf das metallische Substrat aufgebracht und auf diesem angefrittet werden kann.

In einem besonders vorteilhaften Verfahrensschritt kann zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit der Mischung diese mit einem latenten Lösungsmittel, vorzugsweise Dimethylformamid, versehen sein, wobei der Zusatz von Dimethylformamid 2 bis 10 Vol.-%, vorzugsweise 4 bis 6 Vol.-% betragen kann. In einem nächsten vorteilhaften Verfahrensschritt kann die mit einem latenten Lösungsmittel versehene Mischung mittels Spritzen, Streichen oder Walzen auf das metallische Substrat aufgebracht werden, wobei in vorteilhafter Weise das metallische Substrat in einem MF-Ofen induktiv auf die Temperatur zum Anfritten der Reib- bzw. Gleitschicht an das metallische Substrat erwärmt werden kann.

In einem vorteilhaften Verfahrensschritt kann das in der angefritteten Reib- bzw. Gleitschicht enthaltene, latente Lösungsmittel in einer anschließenden Heizstrecke verflüchtigt werden. In einem anschließenden vorteilhaften Verfahrensschritt kann die auf das metallische Substrat aufgebrachte Mischung aus Polyimid-Lack und niedermolekularem PTFE in einem Durchlaufofen, der in seiner Ober- und Unterhitze regulierbar ist, durchgehärtet werden, wobei die Ausgangstemperatur des Substrates maximal 250°C betragen kann. In einem besonders vorteilhaften Verfahrensschritt kann zur Ausbildung der maximalen Kristallisation der Reib- bzw. Gleitschicht diese im Anschluß an die Durchhärtung gesteuert abgekühlt werden und im Anschluß daran zur Weiterverarbeitung zu einer Rolle aufgewickelt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren bietet den Vorteil, daß in einem kontinuierlichen Verfahren ohne aufwendige Zwischenschichten bei optimaler Haftung direkt

der metallische Stützwerkstoff mit dem reibungsarmen, verschleißfesten und temperaturbeständigen Werkstoff beschichtet werden kann. Der Forderung nach einem schnellen und wirtschaftlichen Herstellungsverfahren wird dadurch Rechnung getragen, daß die Verarbeitungszeiten äußerst kurz sind und eine ausreichende Genauigkeit beim Aufbringen der Reib- bzw. Gleitschicht eine maßliche Nachbearbeitung vermeiden hilft. Nachdem das mit einer Reib- bzw. Gleitschicht versehene Band gesteuert abgekühlt ist, wird es ohne zusätzliche thermische oder mechanische Nachbehandlung zu einer Rolle aufgewickelt und ist geeignet zu herkömmlichen Gleitlagerelementen weiterverarbeitet zu werden. Herkömmliche Zweischicht-Verbundwerkstoffe mit dem Aufbau metallischer Träger/Kunststoff erleiden bei einer spanlosen Formgebung durch beispielsweise Walzen, Drücken oder Biegen eine irreversible Schädigung der Bindung zwischen Substrat und Beschichtung.

Eine Umformung des erfindungsgemäßen Zwei- oder Mehrschicht-Werkstoffes durch beispielsweise Walzen führt überraschenderweise zu keiner Schädigung des Schichtverbundes.

Das Fehlen einer gesonderten Nachbehandlung, sei es thermischer oder mechanischer Art, gestattet, den Gleitlagerzweischichtenwerkstoff kontinuierlich in einem einzigen Durchgang herzustellen. Im erfindungsgemäßen Verfahren läßt sich bevorzugt ein Zweischichtwerkstoff mit einem Stützwerkstoff aus Stahl DIN 1624, Qualität St3, bevorzugt St4, herstellen. Alternativ dazu können auch andere metallische Stützwerkstoffe, beispielsweise Aluminium oder Aluminiumlegierungen und aluminiumplattierter Stahl oder kupferhaltige Werkstoffe in Betracht kommen. Die Dicke der verwendeten metallischen Stützwerkstoffe ist beliebig, soll aber bevorzugt im Bereich von 0,5 mm bis 2,0 mm liegen. Als Polyimidlack wird bevorzugt ein über Tris-(2-hydroxyäthyl)-isocyanurat (THEIC) vernetztes Polyester verwendet. Dieser thermisch hoch belastbare, wärmeschockbeständige, reibungsarme und gegen mechanische Belastung unempfindliche Werkstoff wird mit reibungs- und verschleißminderndem niedermolekularem PTFE, welches in Pulverform vorliegt, homogen gemischt.

Die auf die Stützschiicht aufzubringende homogene Mischung ist zwischen 0,05 mm und 0,5 mm dick, bevorzugt zwischen 0,07 mm und 0,2 mm. Die Zugabe der verschleißmindernden gleitverbessernden PTFE in Pulverform mit einer Korngröße von 0,005 mm bis 0,007 mm mit einem Volumenanteil von 1 bis 40%, bevorzugt 10 bis 20%, wird dem Polyimidlack, beispielsweise Polyesterimid, zugemischt. Überraschenderweise wurde gefunden, daß ein Zusatz von 2 bis 10 Vol.-%, bevorzugt 4 bis 6 Vol.-%, eines latenten Lösungsmittels, beispielsweise Dimethylformamid, die Verarbeitbarkeit der Mischung während der Beschichtung durch z.B. Aufstreichen wesentlich vereinfacht. Weiterhin wurde festgestellt, daß durch die Zugabe von 2 bis 10 Vol.-%, bevorzugt zwischen 4 bis 6 Vol.-%, eines latenten Lösungsmittels, bevorzugt Dimethylformamid, sich ebenso die Filmbildung der aus beispielsweise Polyesterimid und PTFE bestehenden Beschichtungsmischung in hohem Maße verbessert, und es zu einer geschlossenen, porenfreien und über die gesamte Bandbreite ebenen und gleichmäßigen Beschichtung beiträgt.

Nachstehend wird die Ausführungsform der für die Durchführung des Verfahrens zu benutzenden Anlage beschrieben.

Die Vorbehandlung der metallischen Stützschiicht,

welche mit Reib- bzw. Gleitschicht versehen werden soll, wird mittels Strahlen, Bürsten oder Schleifen, also auf mechanische Weise bevorzugt durchgeführt.

Eine andere Möglichkeit der Vorbehandlung ist durch ein Anätzen, also auf chemische Weise möglich. Dieser Behandlung zur Vergrößerung der spezifischen Oberfläche auf mechanische und/oder chemische Weise folgt eine Reinigung der zu beschichtenden Oberfläche durch bekannte Lösungsmittel.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert, die einen stark vergrößerten Schnitt durch einen Zweischicht-Verbundwerkstoff zeigt.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist auf der zu beschichtenden, vorbehandelten Oberfläche 2 des Substrates 1, bestehend aus beispielsweise Stahl DIN 1624 der Qualität St4, eine die Matrix 3 bildende Polyimidschicht aufgebracht, welche vorzugsweise aus einem Polyesterimid besteht. In dieser Matrix 3, bestehend aus Polyesterimid, sind niedermolekulare PTFE-Teilchen als selbstschmierender Zusatz 4 fein dispers verteilt. Die Korngröße dieser PTFE-Teilchen 4 beträgt zwischen 5 bis 7 μm . Die Dicke des metallischen Substrats 1 beträgt bei der Herstellung von Gleitlagern, beispielsweise für den Einsatz in Pumpen, Vergasern oder Stoßdämpfern 0,2 bis 2,5 mm. Die Dicke der Reib- bzw. Gleitschicht 5 liegt zwischen 0,07 und 0,2 mm.

Anhand der nachfolgenden Verfahrensbeschreibung soll die Herstellung eines Zweischicht-Verbundwerkstoffes aufgezeigt werden.

Ein Trägerwerkstoff aus Stahl der Qualität St3 nach DIN 1624 bzw. St4 wird fortlaufend durch Strahlen, Bürsten oder Schleifen und/oder Ätzen und anschließende Reinigung bzw. Entfettung mit vorzugsweise organischen Lösungsmitteln behandelt. Danach erfolgt unmittelbar die Beschichtung mit einem Gemisch aus Polyesterimid und niedermolekularem PTFE-Wachs, Teilchengröße ca. 5 μm bis 7 μm , mittleres Molekulargewicht 35 000 bis 100 000. Die besten Ergebnisse wurden bei einer statistischen Verschleißprüfung (Stift/Walze-Prüfeinrichtung) mit maximal 21 Vol.-% PTFE-Zusatz erreicht.

Die Auftragung der Reib- bzw. Gleitschicht erfolgt über ein Auftragungsrakel (Alternative: Walzenbeschichtung), wobei dieses so eingestellt wird, daß eine über die gesamte Bandbreite gleichmäßige Beschichtung erfolgt. Durch diese Form der Bandbeschichtung werden evtl. Dickenunterschiede der Stützschrift kompensiert, so daß ein zusätzlicher Arbeitsgang für die Dickenregulierung entfällt.

Nach dem Aufbringen der Gleitschicht wird in einem Vorwärmofen, einem MF-Ofen, ein Anfritzen des Werkstoffgemisches an das Substrat vorgenommen.

Die in der Reib- bzw. Gleitschicht enthaltenen Lösungsmittel werden in einer anschließenden Heizstrecke verflüchtigt. Daraufauf wird in einer Umwälzdurchlaufanlage die Aushärtung der Beschichtungsmasse vorgenommen.

Nur durch die beschriebene Reihenfolge des Beschichtungsablaufes und die Auslegung der Öfen wird eine geschlossene, glatte und von Poren freie Beschichtung geschaffen.

Die Austrittstemperatur des beschriebenen Bandes beträgt am Ende des Durchlaufofens 250°C. Im Anschluß an den Durchlaufofen erfolgt eine langsame, geregelte Abkühlung, wodurch eine hohe Kristallisation der Beschichtung herbeigeführt wird. Der Zweischichtverbundwerkstoff wird ohne maßliche Nachkontrolle,

wie beispielsweise Walzen oder Fräsen, zu einer Rolle aufgewickelt und ist zur Weiterverarbeitung von Reib- und Gleitelementen geeignet.

Vergleichende Verschleißversuche an Prüfplättchen, gefertigt nach der erfindungsgemäßen Beschichtung Polyesterimid und verschiedenen Volumenanteilen an niedermolekularem PTFE gegenüber einer Beschichtung ohne Zusatz an PTFE sind nachnachstehend aufgeführt.

Versuchsbedingungen

Gleitgeschwindigkeit:	100 min^{-1} = 1,0523 ms^{-1}
Statische Belastung:	~ 700 N
Spezifische Belastung:	~ 8,9 N/mm^2
Prüfplättchen-Ø:	10 mm
Walzen-Ø des Gegenläufers:	100 mm
PV-Wert:	4,68 $\text{N/mm}^2 \cdot \text{ms}^{-1}$
Härte:	60 HRc
R_f :	2,84
R_a :	0,24
R_z :	1,78

Anhand der aufgeführten Versuchsbedingungen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Vol.-Anteil PTFE (%)	Versuchsdauer	Walztemp.	Verschleiß
0	23 Min.	67°C	0,016 mm
7	30 Min.	63°C	0,009 mm
8	30 Min.	75°C	0,008 mm
21	30 Min.	65°C	0,002 mm

Eine Ausführungsform zur Herstellung des erfindungsgemäßen Zweischichtwerkstoffes wird nachfolgend beschrieben.

Beispiel 1

Das Aufrauen der mit der erfindungsgemäßen Gleit- bzw. Reibschicht zu beschichtenden Oberfläche der vorzugsweise metallischen Stützschrift kann durch gebräuchliche mechanische Verfahren wie beispielsweise Strahlen, Bürsten oder Schleifen erfolgen. Eine chemische Behandlung durch Anätzen ist aber auch möglich.

Die Herstellung des erfindungsgemäßen Beschichtungswerkstoffes mit z. B. einer Zusammensetzung von 93 Vol.-Anteilen Polyesterimid von 7 Vol.-Anteilen niedermolekulares PTFE wird nachstehend beschrieben.

Der Mischvorgang erfolgt in einem Schnellrührer bei einer Drehzahl von ≤ 4000 U/min. Die Ausgangsviskosität bei 23°C beträgt nach DIN 53211 für das Polyesterimid 90 $\text{s} \pm 5\%$.

Nach dem Mischvorgang mit einem Rotationsviskosimeter wurden $450 \pm 5\%$ m Pa · s gemessen. Die Mischzeit ist mit 5 Minuten kurz zu halten.

Die Beschichtung des erfindungsgemäßen Werkstoffes bzw. die Herstellung oder Auftragung erfolgt vorzugsweise über einen regulierbaren Streubalken bzw. ein Auftragungsrakel.

In einem zweiten Beispiel wird die Beschichtung einer entsprechend vorbehandelten Stützschrift mit einem Werkstoff gemäß nachstehender Zusammensetzung beschrieben.

Beispiel 2

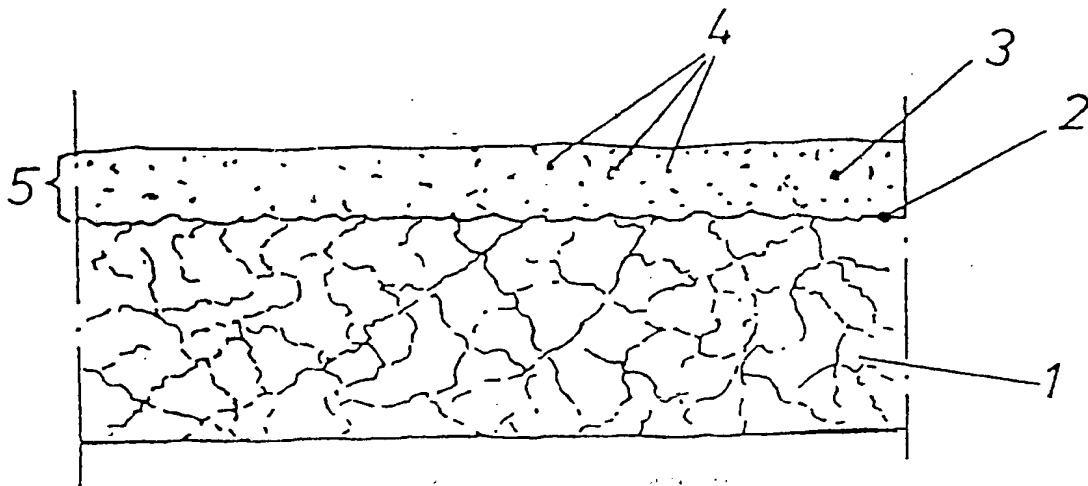
Die Zusammensetzung der Reib- bzw. Gleitschicht besteht aus

79 Volumenanteile Polyesterimid und
21 Volumenanteile niedermolekulares PTFE.

Zu der aufgeführten Zusammensetzung werden während des Mischvorganges im Schnellrührer 6 Volumenanteile, bezogen auf die Mischung eines latenten Lösungsmittels beigegeben, um die Filmbildung beim Aufbringen mit Streichbalken zu verbessern und bei Schichtdicken $\geq 40 \mu\text{m}$ die Blasenbildung bzw. Porenbildung zu unterdrücken.

Im erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich auch große Flächen, insbesondere zu schützende Metalloberflächen (metalcoating) mit einer Deckschicht versehen. Die Deckschicht kann auch in fortlaufendem Verfahren auf bandförmiges Substrat aufgebracht werden. Dabei kann die Deckschicht in jeder gewünschten besonderen Anforderungen gerecht werdender Weise zusammengesetzt werden, beispielsweise als Reib- bzw. Gleitschicht.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen



THIS PAGE BLANK (USPTO)